

DOUBLE

NOTE DE SYNTHESE SUR LES ESSAIS
MANGORO N° XXXVII et XXXVIII

FERTILISATION DE JEUNES PLANTATIONS DE
PINUS KESIYA BIENVENANTS

CR (13-P) (2) (7)

CO	FOURMONT MANGAL
FC	
le :	24/2/1982

D. LOUPPE
Avril 1981

PREMIERE PARTIE

ode. (694) : 232,322,41
1976.8 Roubaix

SYNTHESE DE L'ESSAI MANGORO XXXVII

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS PLANTES
SUR SOUS-SOLAGE-BILLONNAGE

I. CONDITIONS DE L'ESSAI

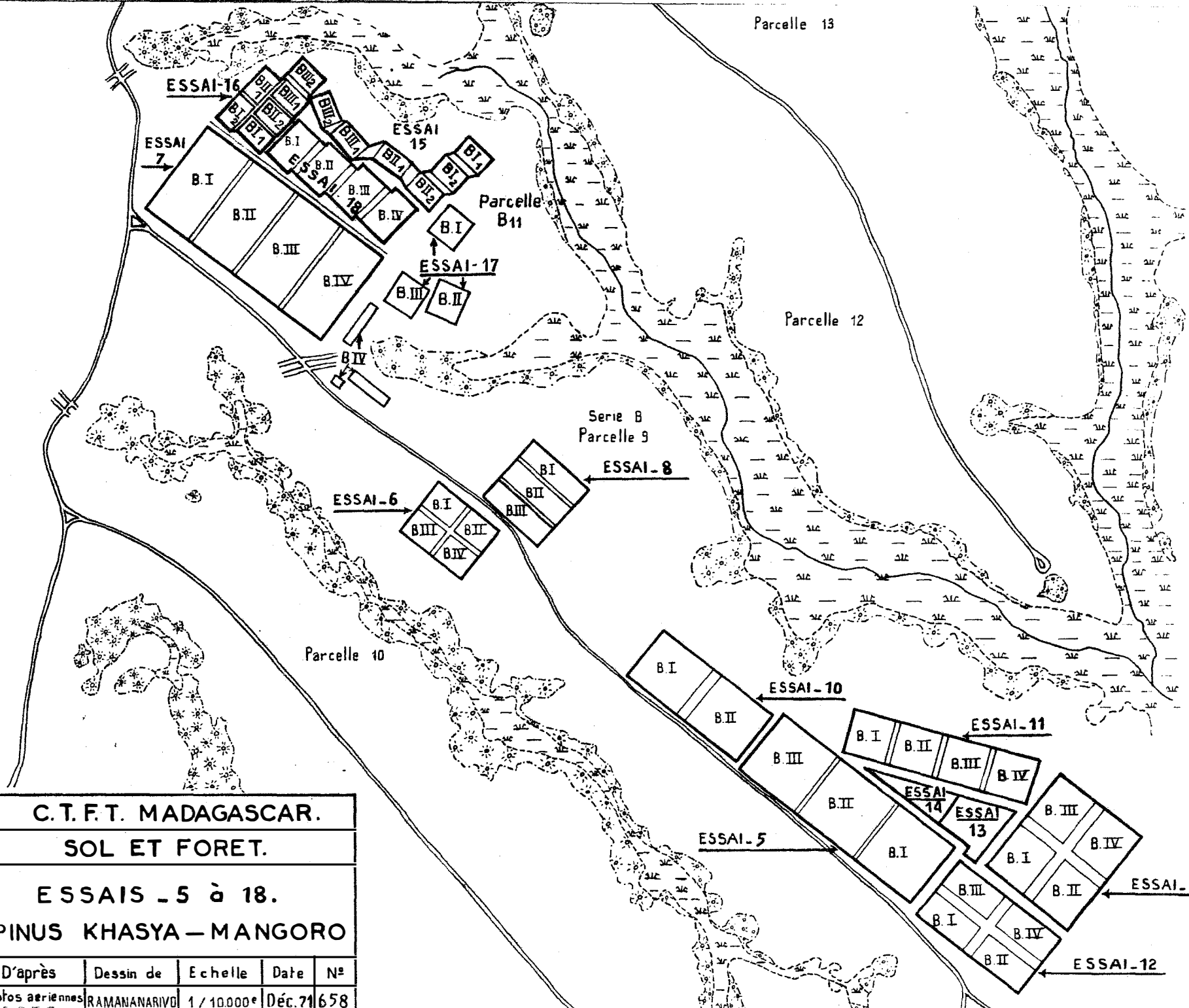
11- Localisation.

L'essai est situé dans le périmètre de reboisement de la FANALAMANGA dans la dépression du Mangoro entre Moramanga et le Lac Alaotra.

Plus précisément, l'essai se trouve dans la Série B du périmètre de reboisement, sous-Série B2 parcelle 11.

Voir plan ci-dessous - (l'essai 37 est l'ancien essai 15.)

CR (13-P) (2) (7)



C. T. F. T. MADAGASCAR.				
SOL ET FORET.				
ESSAIS - 5 à 18.				
PINUS KHASIA — MANGORO				
D'après	Dessin de	Echelle	Date	N°
Photos aériennes	RAMANANARIVO	1 / 10.000 ^e	Déc. 71	658

12. Climatologie

Climat humide sous influence orientale à hiver tempéré.

Les données climatiques recueillies depuis 1968 à Analabe, station proche de l'essai sont résumées dans le graphique ci-dessous.

13. Pédologie

131- Topographie.

L'essai est situé en bordure du plateau où la pente est douce (inférieure à 10%) Altitude = environ 950m.

132- Phytosociologie.

La végétation initiale était une prairie abondante d'Aristida et de Pteris sp. avec de l'Hyparenia indice d'assez bonne fertilité. On trouvait également Imperata sur le plateau.

133- Pédologie

Description du profil 37 (Bouchard- Le Buanec 1967) proche de l'essai (ou tout au moins sur le même type de sol).

Le sol est de type ferrallitique fortement désaturé remanié jaune, formé sur alluvions anciennes fluviolacustres =

0-24cm = horizon humifère brun-gris foncé (2,5 YR 4/2 à sec)
Limon argileux, sableux, friable. Enracinement moyen
structure grumeleuse moyenne à fine. Présence de
petits cailloux.

24-92cm = Jaune brun (2,5Y 6/6 à sec) Limon argilo-sableux,
friable. Structure polyédrique émoussée moyenne.
Racines peu nombreuses.

92-120cm = Jaune rouge (5 YR 5/6 à sec) Limon argileux peu
sableux, friable. Structure massive à éclats polyédriques émoussés grossiers à moyens.
Présence rare de pseudo-concrétions à la base du
profil.

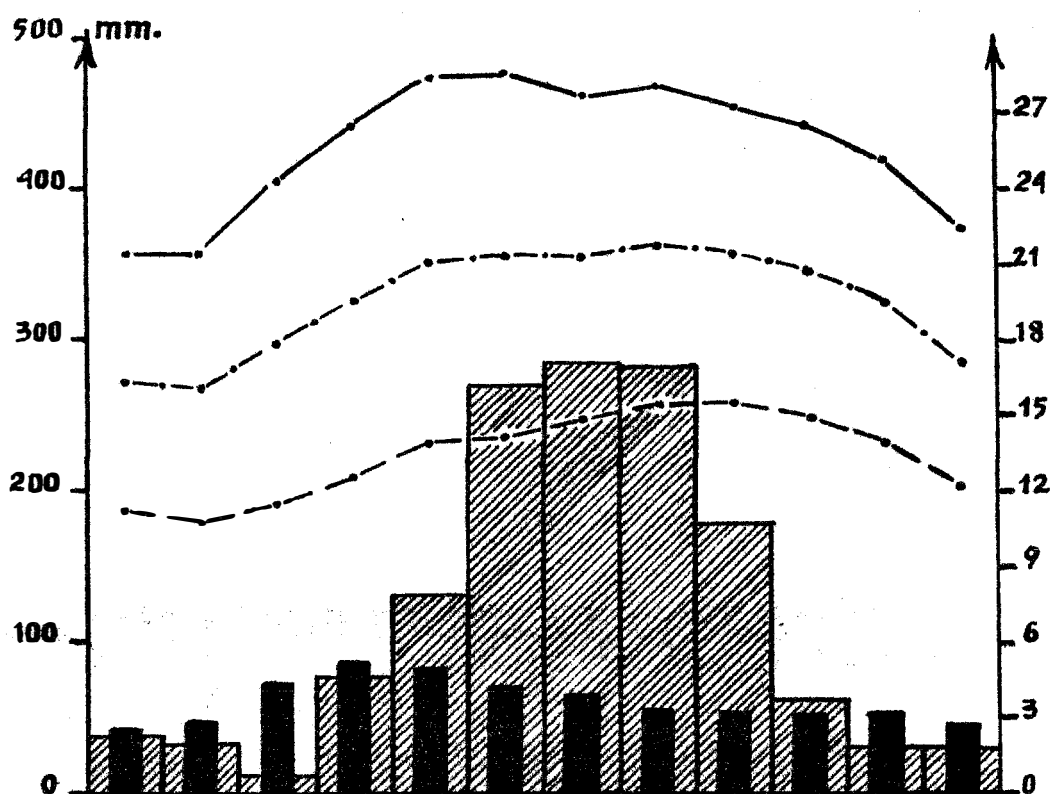
STATION D'ANALABE

(Haut - Mangoro)

Données Climatiques.

Précipitations
Evaporation (Piche)

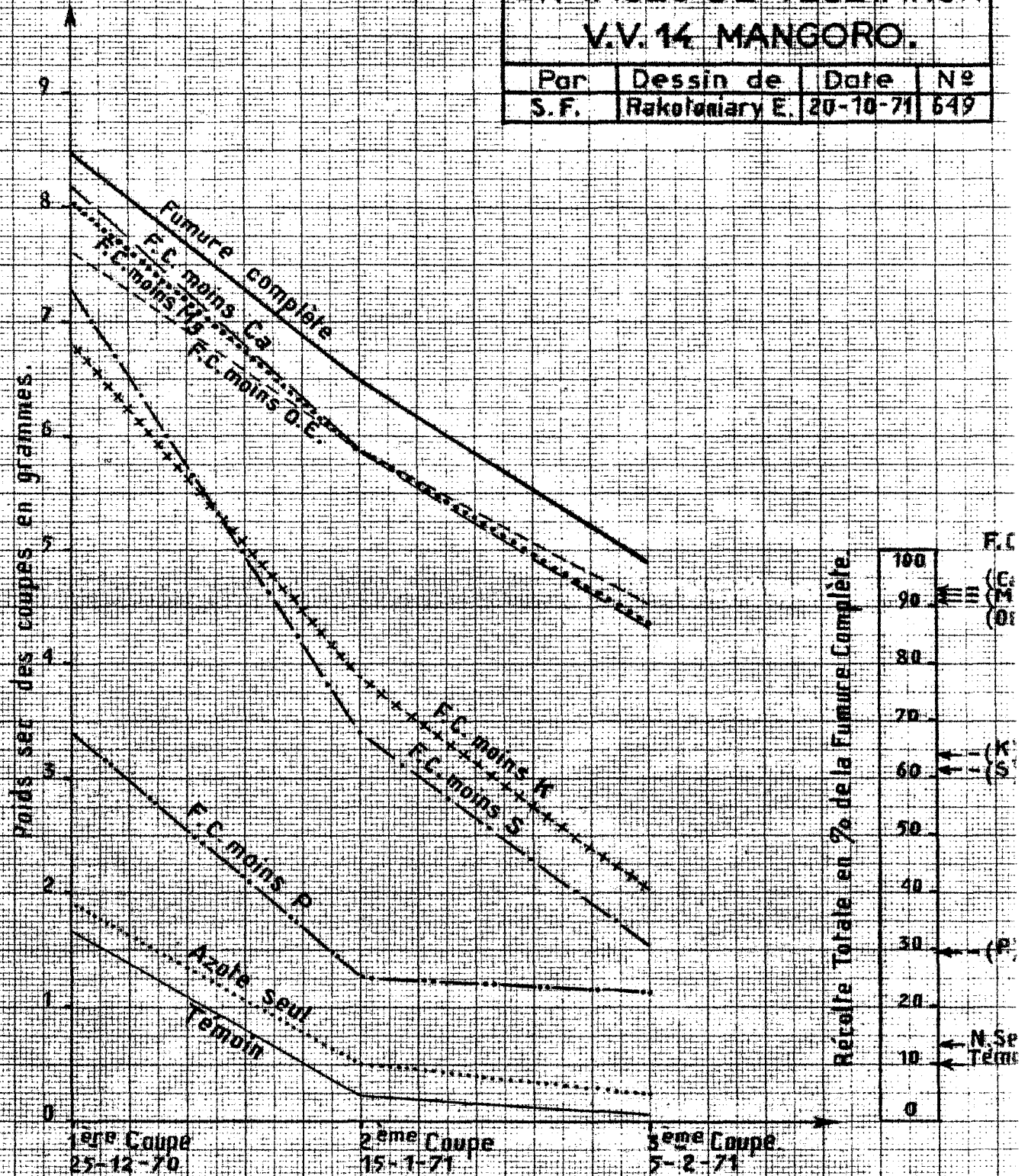
Températures °C



Mois	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	ANNEE
Précipitations	37,8	31,9	10,8	78,5	131,3	270,6	284,5	283,7	178,9	61,1	30,4	30,2	1429,7
Evaporation	43,4	48,8	71,4	87,0	83,7	70,7	64,7	56,5	54,5	52,1	53,3	45,1	731,2
Temp. max.	21,5	21,5	24,3	26,6	28,5	28,7	27,8	28,2	27,4	26,6	25,2	22,5	25,7
Temp. min.	11,2	10,8	11,5	12,6	14,0	14,1	14,9	15,5	15,6	15,0	14,0	12,2	13,5
Temp. moy.	16,4	16,1	17,9	19,6	21,2	21,4	21,3	21,8	21,5	20,8	19,6	17,3	19,6

Précipitations = moyennes 1968 - 1980.
Evaporation = moyennes 1968 - 1977.
Températures = moyennes 1968 - 1977.

C.T.F.T. MADAGASCAR.			
DIVISION SOL ET FORET.			
DIAGNOSTIC DE CARENCES			
EN VASES DE VEGETATION			
V.V. 14 MANGORO.			
Par	Dessin de	Date	N°
S.F.	Rakotonary E.	20-10-71	649



6 traitements principaux =

N°	Traitement	Fertilisation
1	O	Témoin
2	P	100g Supertriple 100g Polyfos
3	K	50g Sulfate de potasse
4	PK	100g Supersimple 100g Polyfos 50g Sulfate de potasse
5	NPK	20g Perlurée 100g Supersimple 100g Polyfos 50g Sulfate de potasse
6	2-NPK	40g Perlurée 200g Supersimple 200g Polyfos 100g Sulfate de potasse

Les engrais ont été apportés en surface de part et d'autre du billon pour chacun des plants, sans aucun travail du sol ni grattage.

Le plan ci-après donne le détail du dispositif expérimental.

Les parcelles sont carrées de $\pm 20 \times 20$ m comprenant 8 lignes de 10 plants.

Une bordure est laissée de façon à obtenir une parcelle utile de 36 plants (densité théorique mortalité non comptée).

Plantation : Mai - Juillet 1971. (Remplacements Février 72).

Densité de plantation : $2m \times 2,7m = 1850pl./Ha.$

Travail du sol : Sous solage billonnage.

Nombre de plants/parcelle : ≈ 8 lignes de 10 plants.

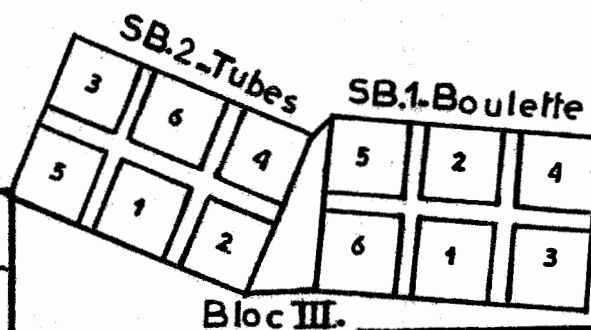
Implantation de l'essai : Décembre 1975.

Fertilisation : Janvier 1976.

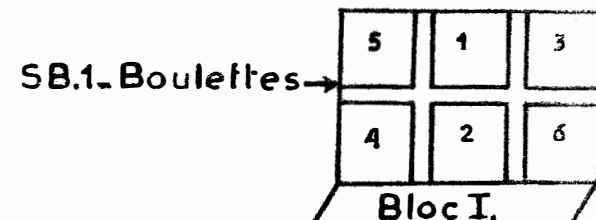
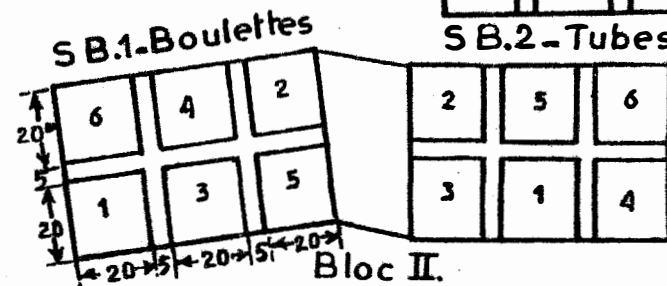
Age au moment de l'implantation : 4 ans $\frac{1}{2}$.

Hauteur moyenne au moment de l'implantation : 3m.15.

1	0	Témoin.
2	P	100g. Polyfos. 100g. Supersimple.
3	K	50g. Sulfate de potasse
4	PK	100g. Polyfos. 100g. Supersimple. 50g. Sulfate de potasse
5	NPK	20g. Perlurée. 100g. Polyfos. 100g. Supersimple. 50g. Sulfate de potasse
6	2 NPK	40g. Perlurée. 200g. Polyfos. 200g. Supersimple. 100g. Sulfate de potasse



ESSAI N°18.
EUCALYPTUS.



← Vers Poste.

Vers
Pép. ↑

FO. FI. FA. ——— D. R. F. P.			
PROGRAMME SYLVICULTURE			
ESSAI N°37.			
Fertilisation sur S.S. Billonnage			
Pinus Khasya "Bienvenant"			
MANGORO ANALABE.			
Par	Dessin de	Date	N°
C. MALVOS	Rakotoniary E.	Janv. 76	1186

0,5% depuis le début de l'essai mais 21,6% des plants survivants montraient des signes de dessèchement.

Cette carence en Zn va jusqu'à provoquer la mort de certains plants mais affecte indifféremment, semble-t-il, les différents traitements.

Taux de survie à 9 ans

(pour le détail, voir tableau VII en annexe)

Traitement	Moyenne	Mode de plantation	Blocs	Moyennes
O	92,1	Boulettes	I	94,4
P	94,9		II	95,4
K	90,7		III	92,6
PK	94,4		M1	94,1
NPK	94,4	Tubes	I	90,3
2-NPK	92,6		II	93,5
			III	93,0
Moyenne	93,3		M2	92,3

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variation.	SCE	ddl	CN	Fobs
Engrais	81,5	5	16,3	0,46
Blocs	92,2	5	18,4	0,52
Erreur	881,8	25	35,3	
Total	1055,6	35		

L'engrais n'a aucune influence sur le taux de mortalité de l'essai.

Le mode de préparation des plants ne semble pas en avoir non plus.

22. Croissance en hauteur.

Les mensurations sont présentées en annexe I, Tableau II à VII.

221- Mensurations du début de l'essai.

La hauteur moyenne de l'essai à cette date est de 3,15m. Elle varie de 3,10 à 3,18m selon les traitements.

L'analyse de la variance

Sources de variation.	S.C.E.	ddl	C.M.	Fobs
Engrais	268,6	5	53,7	0,046
Bloc	16984,3	5	3396,9	2,904 *
Erreur	29245,9	25	1169,8	
Total	46498,8	35		

$$F \quad 0,95 = 2,61$$

$$F \quad 0,99 = 3,86$$

$$CV = 10,9 \%$$

confirme l'absence de différence initiale entre traitements. Celle-ci autorise donc l'implantation d'une nouvelle expérimentation.

Nous n'avons pas, en raison du manque de moyens de calcul, effectué les analyses de covariance qui auraient dû être faites ni les analyses sur les accroissements qui à défaut auraient pu les remplacer.

222- Evolution de la hauteur

Celle-ci est présentée au schéma ci-dessous.

Nous présentons ici les tableaux d'analyse de la variance aux différents âges =

A. 6 mois après fertilisation

Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	Fobs
Engrais	196,2	5	39,2	0,027
Bloc	24 939,6	5	4 987,9	3,430 *
Erreur	36 358,1	25	1 454,3	
Total	61 493,9	35		

$$F \quad 0,95 = 2,61$$

$$F \quad 0,99 = 3,86$$

$$CV = 10,7 \%$$

B. 1,5 ans après fertilisation

Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	Fobs
Engrais	5868,9	5	1173,8	0,495
Bloc	31182,2	5	6236,4	2,632 *
Erreur	59232,4	25	2369,3	
Total	96283,6	35		

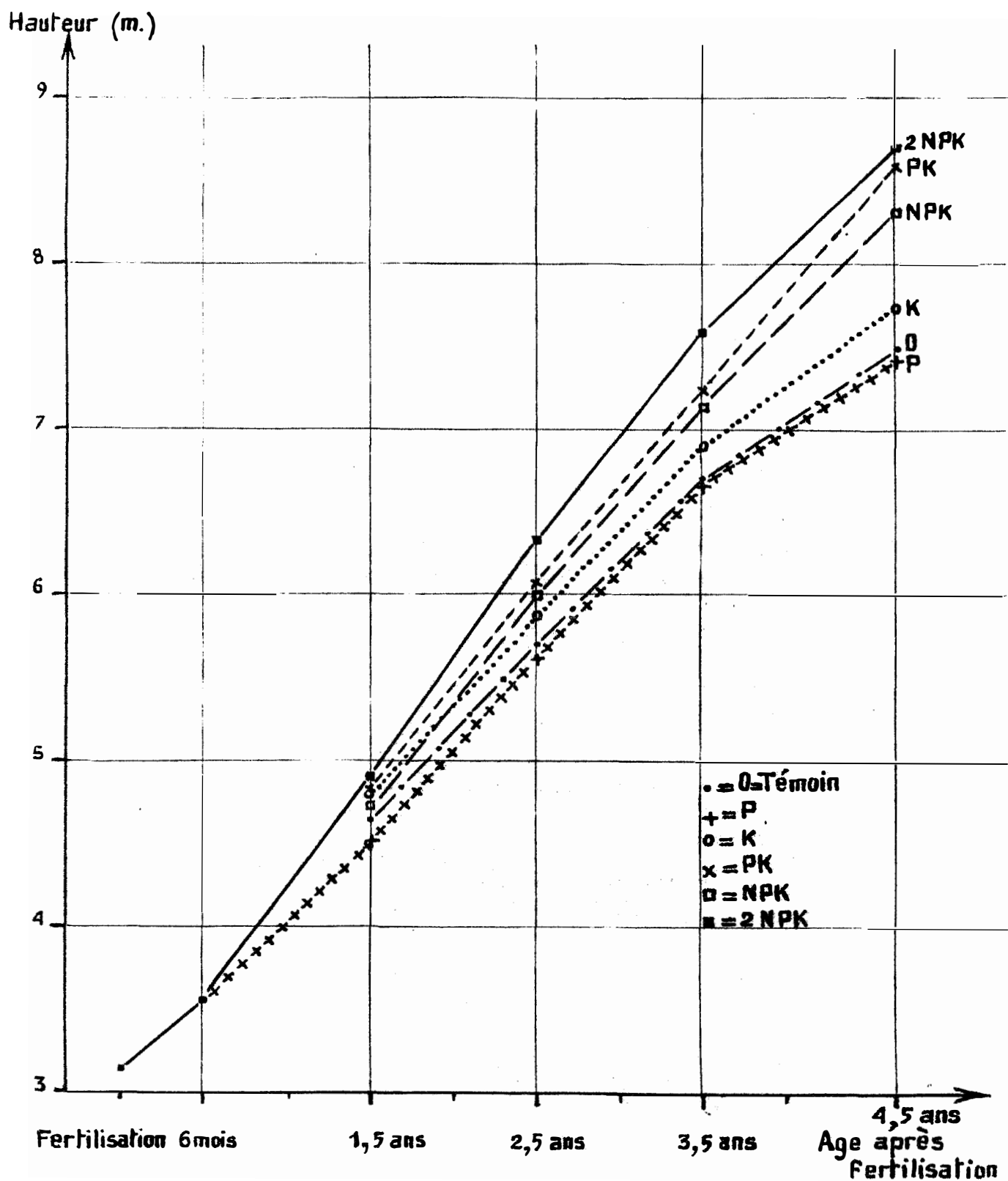
$$F \quad 0,95 = 2,61$$

$$F \quad 0,99 = 3,86$$

$$CV = 10,3 \%$$

ESSAI MANGORO N° 37.

EVOLUTION DES HAUTEURS MOYENNES APRES FERTILISATION.



C. 2,5 ans après fertilisation

Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	Fobs
Engrais	19833,3	5	3 966,7	0,955
Bloc	56667,3	5	11 333,5	2,729 *
Erreur	103821,3	25	4 152,9	
Total	180322,0	35		

$$F_{0,95} = 2,61$$

$$F_{0,99} = 3,86$$

$$CV = 10,9 \%$$

D. 3,5 ans après fertilisation

Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	Fobs
Engrais	35 939	5	7 187,8	1,317
Bloc	64 127	5	12 825,4	2,350
Erreur	136 425	25	5 457,0	
Total	236 491,2	35		

$$F_{0,95} = 2,61$$

$$F_{0,99} = 3,86$$

$$CV = 10,5 \%$$

E. 4,5 ans après fertilisation

Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	Fobs
Engrais	93189	5	18638	2,40
Bloc	91734	5	18347	2,37
Erreur	193814	25	7753	
Total	378737	35		

$$F_{\text{Théorique}}_{0,95} = 2,61$$

$$F_{\text{ " }}_{0,99} = 3,86$$

$$CV = 11,0 \%$$

Aucune des analyses ci-dessus ne montre de différence entre engrais (il faut cependant remarquer que F obs augmente progressivement et se rapproche à 4,5 ans après la fertilisation de F 0,95).

A 9 ans, les différences entre mode de préparation des plants en pépinière sont insignifiantes = hauteurs moyennes à 9 ans (cm)

Blocs	Boulettes	Tubes
I	766	779
II	903	832
III	754	789
Moyenne	808	800

Ce qui autorise toujours l'analyse de l'essai à 6 répétitions.

en blocs complet

2.3

SURFACE TERRIERE RAPPORTEE A L'HECTARE

Traitement	ST		Blocs	Moyenne
O	1930	Boulettes	I	2030
P	1796		II	2471
K	2150		III	1983
			M1	2161
PK	2326	Tubes	I	2087
NPK	2264		II	2110
2NPK	2448		III	2231
Moyenne	2152		M2	2143

Tableau d'analyse de la variance

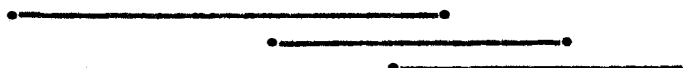
Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	F obs
Engrais	1836432	5	367286	3,50 *
Blocs	946523	5	189305	1,80
Erreur	2624515	25	104980	
Total	5407470	35		

CV = 15,1 %

ppds = 389 dm²

A. Les différences entre engrais sont significatives.

Engrais	2NPK	PK	NPK	K	O	P
ST	2448	2326	2264	2150	1930	1796



B. Il n'y a pas de différence entre blocs donc entre modes de préparation des plants.

2,4

VOLUMES RAPPORTES A L'HECTARE

Traitements	Volumes		Blocs	Moyennes
O	74,367	Boulettes	I	77,520
P	66,041		II	108,863
K	82,248		III	75,868
			M1	87,417
PK	95,252	Tubes	I	79,312
NPK	91,906		II	85,935
2NPK	103,660		III	85,976
Moyennes	85,579		M2	83,741

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	F obs.
Engrais	5874,3	5	1174,9	2,94 *
Blocs	4445,7	5	889,1	2,23
Erreur	9989,5	25	399,6	
Total	20309,5	35		

CV = 23,4 %

ppds = 24,005 m³

A. Les différences entre engrais sont significatives

Engrais :	2NPK	PK	NPK	K	O	P
Volume :	103,660	95,252	91,906	82,248	74,367	66,041

B. Il n'y a pas de différences entre blocs.

CONCLUSIONS -

- 4 ans et demi après plantation, l'analyse de la variance sur les hauteurs ne permet pas encore de distinguer des différences entre traitements = l'écart entre le témoin et 2NPK n'est que de 16 %
- Par contre, l'analyse sur les surfaces terrières ou les volumes montre des différences = on constate cependant une légère non concordance entre les deux analyses :
 - pour les surfaces terrières PK et 2NPK différent du témoin.
 - pour les volumes seul 2NPK diffère du témoin.
- A 4 ans et demi, on constate un effet
 - P = légèrement dépressif = 11,2 % en volume par rapport au témoin.
 - K = relativement faible = + 10,6% en volume par rapport au témoin.
 - PK= interaction marquée = + 28,5% en volume par rapport à la moyenne $\frac{P + K}{2}$
 - N = nul : NPK produit 3,5% en volume en moins que PK.
 - Dose sensible : 2NPK produit 12,8% de plus que NPK.

DEUXIEME PARTIE

SYNTHESE DE L'ESSAI MANGORO XXXVIII

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANT PLANTES SUR TROUAISON

I. CONDITIONS DE L'ESSAI.

11- Localisation

L'essai est situé près de l'essai n° XXXVII
(voir plan dans la première partie = cet essai est
l'ancien essai 16)

12- Climatologie et Pédologie

Voir première partie.

13- Antécédant de l'expérimentation.

L'essai a été installé sur l'ancien essai XVI
qui comparait 6 dates tardives de plantation comprises
entre le 18 Mai et le 1^{er} Août 1971.

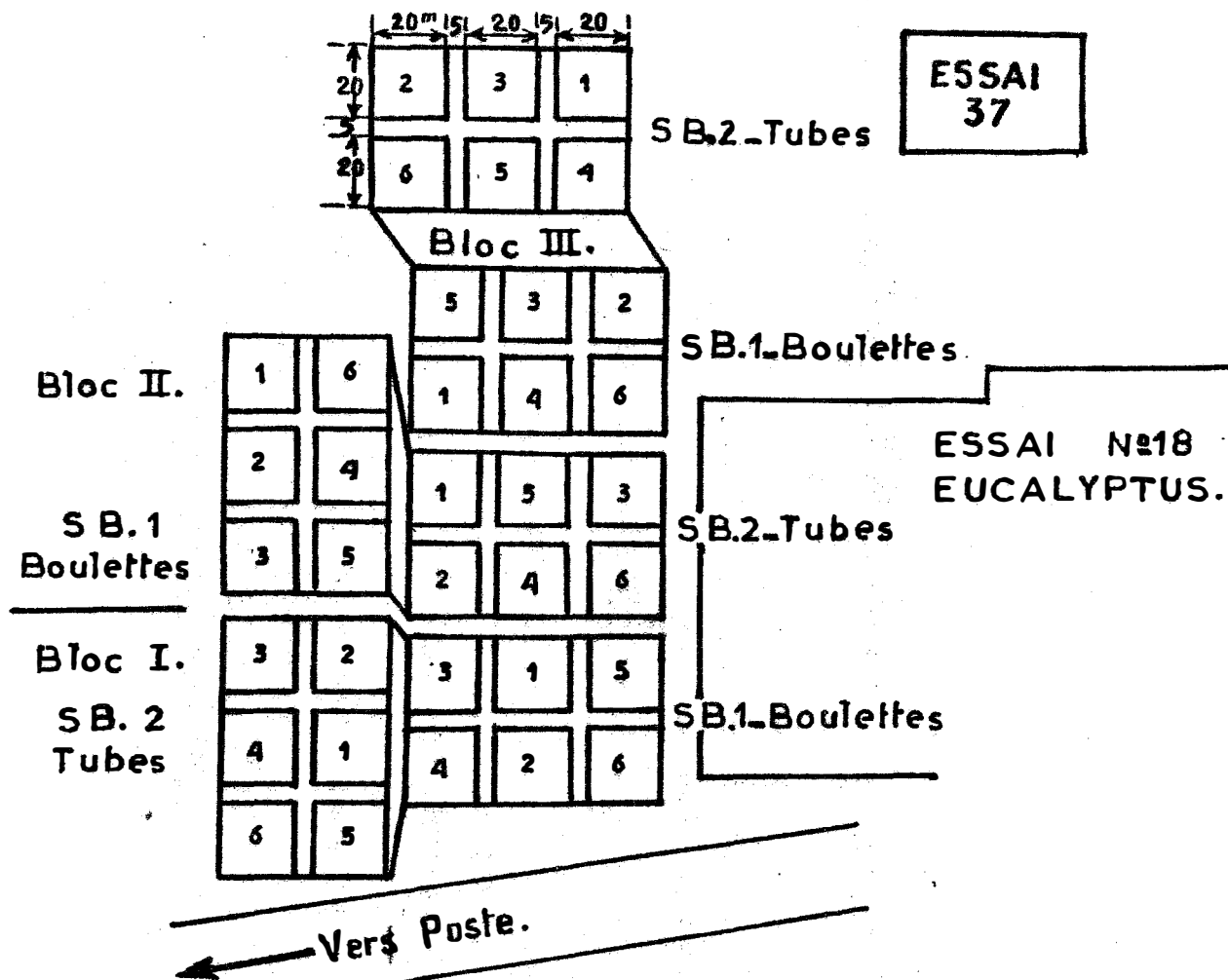
Le mode de préparation du sol était la trouai-
son simple.

Deux modes de préparation des plants en pépi-
nière ont été testés : la boulette et le tube plastique.

Les résultats de cet essai à 6 mois sont moins
favorables que pour l'essai XV = 26 % des plants en
boulette sont morts (14 dans l'essai XV) et 8 % des
plants en tubes (6% dans l'essai XV).

Des remplacements furent effectués avec succès
en février 1972 = la mortalité totale observée à 6 ans
(juin 1977) était seulement de 2,9 %.

14. Dispositif : voir p 16



ESSAI
37

1	0	Témoin
2	P	100g. Polyfos 100g. Supersimple.
3	K	50g. Sulfate de potasse.
4	P K	100g. Polyfos. 100g. Supersimple. 50g. Sulfate de potasse.
5	N P K	20g. Perlurée. 100g. Polyfos. 100g. Supersimple. 50g. Sulfate de potasse.
6	2 N P K	40g. Perlurée. 200g. Polyfos. 200g. Supersimple. 100g. Sulfate de potasse.

ESSAI N°7
C.C.T. Plots.

Plantation : Mai-Juillet 1971. (Remplacements Février 1972).

Densité de plantation : 2m x 2,7 m = 1850 pl./Ha.

Travail du Sol : Trouaison.

Nombre de plants/parcelle : ~ 8 lignes de 10 plants.

Implantation de l'essai : Décembre 1975.

Fertilisation : Janvier 1976.

Age au moment de l'implantation : 4 ans 1/2.

Hauteur moyenne au moment de l'implantation : 2m.75.

FO. FI. FA. — D. R. F. P.
PROGRAMME SYLVICULTURE.

ESSAI N°38.

Fertilisation sur Trouaison
Pinus Khasya "Bienvenant"
MANGORO ANALABE.

Par	Dessin de	Date	N°
C. MALVOS	Rakotoniary E.	Janv. 76	1183

II. MENSURATIONS ET ANALYSES

2.0 Introduction

Les mensurations en hauteur ont été effectuées
à 4,5 ans = avant fertilisation
5 ans = 6 mois après fertilisation
6 ans = 1,5 ans après fertilisation
7 ans = 2,5 ans après fertilisation
8 ans = 3,5 ans après fertilisation
9 ans = 4,5 ans après fertilisation.

Les circonférences n'ont été mesurées qu'à 9 ans.

La combinaison à 9 ans des circonférences et des hauteurs a permis de cuber les arbres individuellement selon la formule.

$$\text{Volume} = \frac{\text{surface terrière} \times \text{hauteur}}{2,25}$$

2.1 Mortalité

Celle-ci ne varie pratiquement pas au cours de l'essai : elle n'atteint que 5,8% à 9 ans.

Le mode de préparation des plants en pépinière et l'apport d'engrais ne semblent avoir aucune influence sur la mortalité.

2.2 Déssèchement en cime

Tout comme dans l'essai XXXVII, on constate des déssèchements en cimes dus à une carence en zinc. Ces déssèchements n'atteignent que 11,3% des arbres survivants (en novembre 1979) alors que le double était malade dans l'essai XXXVII.

Ceci permettrait d'expliquer la meilleure réponse aux engrais dans cet essai.

14.- Dispositif expérimental.

- Espèce test = Pinus kesiya
- Dispositif split-plot à 3 répétitions, deux sous-blocs selon le mode de préparation des plants en pépinière = boulettes et tubes.

Le dispositif ne sera pas analysé comme un split-plot mais comme un essai en blocs complets à 6 répétitions car le sous-bloc 2 du Bloc III se trouve situé sur une zone de mauvaise fertilité^{ce} qui nuit à la comparaison tubes-boulettes.

- Les traitements sont identiques à ceux de l'essai XXXVII =
 6 traitements =
 1 O = témoin
 2 P
 3 K
 4 PK
 5 NPK
 6 2NPK

avec les doses unitaires par arbre suivantes :

P = 100g de Supertriple + 100g de Polyfos

K = 50g de Sulfate de potasse

N = 20g de Perlurée

L'apport a été effectué en surface autour de chaque arbre/ sans aucun travail du sol préalable ni ultérieur.

La fertilisation a été réalisée en janvier 1976.

Le plan ci-après donne le détail du dispositif expérimental.

23. Croissance en hauteur.

Le graphique ci-joint montre l'évolution de la hauteur moyenne selon les traitements de la fertilisation à ce jour.

Les analyses de variance pour chaque mensuration sont les suivantes =

A.- Hauteurs moyennes avant fertilisation

Tableau d'analyse de la variance.

Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	F obs
Engrais	173,25	5	34,65	0,009
Blocs	22 677,25	5	4535,45	1,170
Erreur	96 902,25	25	3876,09	
Total	119 752,75	35		

$$C V = 22,7 \%$$

Classement des traitements =

Traitements :	P	O	NPK	K	2NPK	PK
Hauteurs :	276	275	275	274	273	269

Nous constatons donc une grande homogénéité entre traitements avant la mise en place de l'essai.

Celui-ci débute donc dans des conditions *idéales*.

B.- Hauteurs moyennes 6 mois après plantation.

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	F obs
Engrais	895,22	5	179,04	0,041
Blocs	37 856,22	5	7571,24	1,733
Erreur	109 226,78	25	4369,07	
Total	147 978,22	35		

$$C V = 20,4 \%$$

Classement des traitements =

Traitements :	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Hauteurs :	318	320	322	325	330	332

L'analyse sur les hauteurs moyennes ne permet pas encore de constater une influence des engrais.

La croissance au cours des 6 mois suivant la fertilisation est la suivante :

Traitements	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Accroissement	43	44	48	56	55	59
%	100	102	112	130	128	137

On observe donc une réponse quasi immédiate au sulfate de potasse ainsi qu'aux engrais composés.

C.- Hauteurs moyennes 1,5 ans après fertilisation.

Tableau d'analyse de la variance.

Sources de variations	S.C.E.	ddl	C.M.	F obs
Engrais	25 245,6	5	5049,1	1,13
Blocs	72 234,9	5	14447,0	3,24 *
Erreur	111 636,3	25	4465,5	
Total	209 116,8	35		CV = 14,4 %

Classement des traitements =

Traitements	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Hauteurs	430	430	458	475	486	499

NB : Les différences entre blocs s'expliquent par la situation du sous-bloc 2 du bloc III sur la pente alors que le reste de l'essai est plus ou moins sur le plateau.

D.- Hauteurs moyennes 2,5 ans après fertilisation.

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	F.obs
Engrais	70094	5	14019	3,26 *
Blocs	146033	5	29207	6,79 **
Erreur	107572	25	4303	
Total	323699	35	CV= 11,1 % ppds= 78,0 cm	

Classement des traitements

Traitemnts	:	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Hauteurs	:	537	541	565	608	623	657
Comparaison	:	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Les premières différences significatives sur les hauteurs moyennes apparaissent après 2 ans et demi. NPK et 2NPK se distinguent déjà du témoin.

E.- Hauteurs moyennes 3,5 ans après fertilisation

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	F.obs
Engrais	159282	5	31856	7,05 **
Blocs	283580	5	56716	12,56 ***
Erreur	112915	25	4517	
Total	555777	35	Cv = 8,9 % ppds = 80cm.	

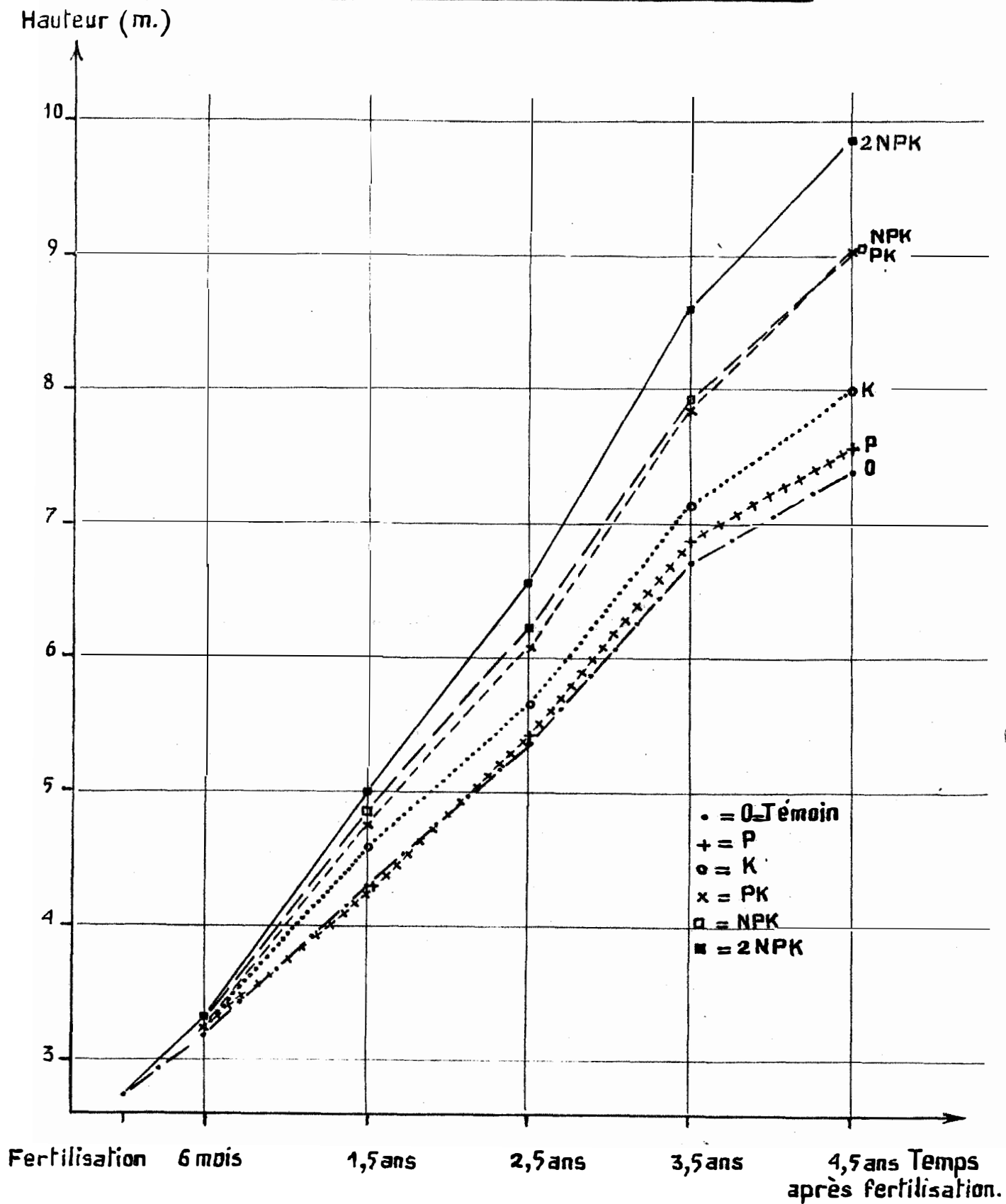
Classement des traitements =

Traitements	:	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Hauteurs	:	671	688	713	785	792	861
Comparaison	:	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Les différences s'accroissent et la fertilisation PK devient également différente du témoin.

ESSAI MANGORO N°38.

EVOLUTION DES HAUTEURS MOYENNES APRES FERTILISATION.



T.- Hauteurs moyennes 4,5 ans après fertilisation

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	F obs
Engrais	288 123	5	57 625	8,67**
Blocs	344 722	5	68 944	10,37**
Erreur	166 198	25	6 648	
Total	799 043	35	CV = 9,6 % ppds = 97 cm	

Classement des traitements

Traitements	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Hauteurs	740	758	801	904	906	988

On constate ici deux groupes bien distincts =
O, P, K et PK, NPK, 2NPK

L'influence de P et K pris séparément est faible sur la croissance en hauteur mais leur interaction apparaît importante.

L'apport d'azote en plus de PK semble inutile.

On constate un effet dose assez net bien que non significatif statistiquement.

24- SURFACES TERRIERES (par ha) à 9 ans = 4,5 ans après fertilisation.

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	F obs
Engrais	3 722 124	5	744 425	5,10**
Blocs	2 495 962	5	499 192	3,42*
Erreur	3 652 372	25	146 095	
Total	9 870 458	35	CV = 18,8 % ppds = 455 dm ²	

Traitements	O	P	K	PK	NPK	2NPK
ST= dm ² /ha	1629	1675	1939	2183	2213	2548

25- Volumes sur pieds (m³/ha) à 9 ans
4,5 ans après fertilisation.

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variation.	SCE	ddl	C.M.	F.obs
Engrais	14041,8	5	2808,4	6,28**
Blocs	11645,6	5	2329,1	5,20**
Erreur	11187,1	25	447,5	
Total	36874,5	35	CV = 24,4 % ppds = 25,159 m ³	

Traitement :	0	P	K	PK	NPK	2NPK
Vol. (m ³ /ha)	63,204	67,047	76,813	95,816	98,101	119,733
%	100	106,1	121,5	151,6	155,2	189,4

Les résultats obtenus pour les surfaces terrières et les volumes sur pied concordent parfaitement avec ceux obtenus sur les hauteurs 3,5 ans après la fertilisation.

La précision semble être moins grande que sur les hauteurs à 9 ans. Ceci est vraisemblablement dû à une forte variabilité individuelle sur les surfaces terrières et les volumes; variabilité nettement moins marquée sur les hauteurs =

Coefficient de variation moyen sur les

hauteurs = 21,3 %

surfaces terrières = 60,2%

volumes = 70,8 %

III.- CONCLUSIONS

L'effet des engrais se marque dès leur application (6 mois plus tard on constate déjà des différences de l'ordre de 30% sur les accroissements en hauteur).

Des différences statistiques sur les hauteurs moyennes apparaissent deux ans et demi après la fertilisation.

Après 4 ans et demi, on constate pour les hauteurs un effet :

- P nul
- K faible (non statistiquement différent)
- N nul = pas de différence entre PK et NPK
- Une interaction PK importante
- Un effet dose marqué bien que non statistiquement différent.

Pour les surfaces terrières et les volumes, les constatations sont les mêmes = les gains en volumes rapportés en % sont les suivants :

- P = + 6% par rapport au témoin
- K = + 21% par rapport au témoin
- N = + 3% dans NPK par rapport à PK
- PK = + 33% par rapport à la moyenne $\frac{P + K}{2}$
- 2NPK = + 22% par rapport à NPK.

TROISIEME PARTIE

COMPARAISON DES DEUX ESSAIS

I.- CROISSANCE EN HAUTEUR

11. Témoin

Hauteur moyenne (cm)

	4,5 ans	9 ans	Dif.
Essai 37	316	749	433
Essai 38	275	740	465

On observe une croissance supérieure du témoin dans l'essai 38 (La différence serait encore plus marquée si on ne tenait pas compte, dans l'essai 38, du sous-bloc 2 du bloc III qui est établi sur d'assez mauvais sols).

L'essai 38 apparaît donc avoir été installé sur des sols légèrement plus fertiles que ceux de l'essai 37.

12. Réponse aux engrais.

Celle-ci apparaît nettement mieux dans l'essai 38 puisque l'on a des différences statistiques sur les hauteurs *moyen* déjà 2 ans et demi après fertilisation et que ces différences ne se marquent pas encore à 4 ans et demi dans l'essai 37.

La carence en zinc doit influencer sur la réponse aux engrais, en effet =

	% malade	Accroissement (cm) 2 NPK.
Essai 37	21,6	556
Essai 38	11,3	715

Ce qui est confirmé par MALVOS (1980) qui signale que la carence en zinc peut masquer tous les effets consécutifs à un apport d'engrais.

Dans ces conditions on ne peut comparer les deux essais quant à l'influence du mode de plantation sur la réponse aux engrais.

II. ANALYSE COMMUNE DES DEUX ESSAIS.

Ces deux essais présentant exactement le même dispositif, nous allons les analyser comme un essai en blocs complets à 12 répétitions.

Les mensurations retenues pour ce faire sont les volumes 4 ans et demi après fertilisation.

Le tableau d'analyse de la variance est le suivant :

Sources de variation.		ddl	C.M.	F obs.
Engrais	18585,6	5	3717,1	9,08**
Blocs	16117,5	11	1465,2	3,58**
Erreur	22507,1	55	409,2	
Total	57210,2	71	CV = ppds =	23,5 % 16,558

Traitement	Volume	%	Compara- raison
P	66,544	96,7	
O	68,786	100,0	
K	79,531	115,6	
NPK	95,004	138,1	
PK	95,539	138,9	
2NPK	111,697	162,4	

Nous obtenons donc des résultats tout à fait comparables à ceux obtenus sur chaque essai pris séparément =

Effet P nul
 " K faible (+ 15% par rapport au témoin)
 " N nul

Interaction PK assez forte

Effet dose NPK marqué = 2 doses = 17,6% de plus que 1 dose.

ANNEXE I

ESSAI MANGORO N° XXXVII

- Tableau I = Taux de survie (%) avant fertilisation
- Tableau II = Hauteurs moyennes à 4,5 ans juste avant fertilisation
- Tableau III = Hauteurs à 5 ans - 6 mois après fertilisation
- Tableau IV = Hauteurs à 6 ans - 1,5 ans après fertilisation
- Tableau V = Hauteurs à 7 ans - 2,5 ans après fertilisation
- Tableau VI = Hauteurs à 8 ans - 3,5 ans après fertilisation
- Tableau VII = Taux de survie, hauteurs, surfaces terrières et volumes à 9 ans, 4,5 ans après fertilisation.

TABLEAU I.

ESSAI MANGORO n° XXXVII
 FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS
 TAUX DE SURVIE à 4,5 ans AVANT LA FERTILISATION

Traitements	Boulettes			T u b e s			T	m	σ^2
	I	II	III	IV	V	VI			
O	92,5	97,5	96,25	96,25	96,25	100,0	578,75	96,46	4,90
P	97,5	97,5	97,5	100,0	98,75	98,75	590,0	98,33	0,87
K	96,25	100,0	95,0	100,0	98,75	100,0	590,0	98,33	3,99
PK	88,75	95,0	97,5	100,0	98,75	100,0	580,0	96,67	15,45
NPK	98,75	98,75	98,75	100,0	96,25	100,0	592,5	98,75	1,56
2NPK	95,0	98,75	98,75	90,0	98,75	96,25	577,5	96,25	9,90
Total	568,75	587,5	583,75	586,25	587,5	595,0	3508,75		
Moyenne	94,79	97,92	97,29	97,70	97,92	99,17		97,47	

TABLEAU II.

ESSAI MANGORO n° XXXVII

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS

Hauteurs moyennes à 4,5 ans juste avant la plantation (cm)-Déc.1975

Traitements	Boulettes			T u b e s			T	m	σ^2
	I	II	II	IV	V	VI			
O	246	404	293	311	324	320	1898	316	2213
P	346	324	276	316	304	342	1908	318	560
K	259	331	350	343	334	244	1861	310	1777
PK	279	330	335	306	333	323	1906	318	391
NPK	284	385	267	271	323	352	1882	314	1921
2NPK	283	354	322	321	333	269	1882	314	843
Total	1697	2128	1843	1868	1951	1850	11337		
Moyenne	283	355	307	311	325	308		315	

TABLEAU III.

ESSAI MANGORO n° XXXVII.

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS

Hauteurs à l'âge de 5 ans-6 mois après fertilisation

(Cm)- Juin 1976

Traitements	Boulettes			T u b e s			T	m	σ^2
	I	II	III	IV	V	VI			
O	284	460	335	347	375	359	2160	360	2799
P	378	371	298	344	347	382	2120	353	822
K	295	396	399	387	383	278	2138	356	2491
PK	326	372	373	307	388	363	2129	355	818
NPK	323	423	287	345	375	397	2150	358	2078
2NPK	320	398	369	369	392	305	2153	359	1208
Total	1926	2420	2061	2099	2260	2084	12850		
Moyenne	321	403	344	350	377	347		357	

ANNEXE IV.

ESSAI MANGORO n° XXXVII.

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS

Hauteurs (cm) à 6 ans - Un an et demi après fertilisation

(Juin 1977)

Traitements	Boulettes			T u b e s			T	m	Σ ²
	I	II	III	IV	V	VI			
O	385	586	424	442	486	462	2785	464	3949
P	481	472	372	435	450	493	2703	451	1600
K	422	552	531	487	508	379	2879	480	3697
PK	478	476	491	429	536	478	2888	481	979
NPK	452	523	371	464	499	530	2839	473	2892
2NPK	434	533	501	517	529	424	2938	490	1952
Total	2652	3142	2690	2774	3008	2766	17032		
Moyenne	442	524	448	462	501	461		473	

TABLEAU V.

ESSAI MANGORO n° XXXVII

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS

Hauteurs (cm) à 7 ans - 2,5 ans après fertilisation
(Août 1978)

Traitements	Boulettes			Tubes			T	m	Σ ²
	I	II	III	IV	V	VI			
O	482	722	529	529	579	586	3427	571	5756
P	587	593	454	526	585	625	3370	562	3174
K	520	712	654	568	615	451	3520	587	7374
PK	609	601	613	535	694	587	3639	607	2205
NPK	573	664	464	580	633	681	3595	599	5228
2NPK	551	678	659	667	681	561	3797	633	3011
Total	3322	3970	3373	3405	3787	3491	21348		
Moyenne	554	662	562	568	631	582		593	

ANNEXE VI.

ESSAI MANGORO n° XXXVII

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS

Hauteurs (cm) à 8 ans - 3,5 ans après fertilisation

(Septembre 1979)

Traitements	Boulettes			Tubes			T	m	J ²
	I	II	III	IV	V	VI			
O	579	839	611	621	679	688	4017	670	7188
P	720	710	542	627	686	735	4020	670	4469
K	619	834	753	670	743	522	4141	690	10196
PK	744	718	731	652	820	681	4346	724	2789
NPK	691	785	564	714	735	791	4280	713	5740
2NPK	692	807	801	802	776	672	4550	758	3044
Total	4045	4693	4002	4086	4439	4089	25354		
Moyenne	674	782	667	681	740	682		704	

Tableau VII

ESSAI MANGORO n° 37

FERTILISATION DE JEUNES PLANTATION
(4,5 ans) BIENVENANTES

Mensurations de Septembre 1980-Age

9 ans.

BLOC I		Boulettes						T u b e s					
Traitement		O	P	K	PK	NPK	2NPK	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Taux de survie	%	94,4	97,2	94,4	94,4	97,2	88,8	86,1	97,2	72,2	97,2	94,4	94,4
Haut. moyenne	cm	709	795	729	841	755	769	677	687	768	761	844	934
C.V.	%	35,0	24,3	22,2	14,8	21,4	29,2	28,1	22,5	16,0	20,7	20,4	15,1
ST ₄ moyenne	cm ²	94,8	103,4	108,7	121,2	102,9	114,7	111,0	82,9	136,5	107,9	116,4	144,5
C.V.	%	70,2	56,5	60,4	57,9	64,0	72,7	75,8	58,9	52,3	45,9	50,9	55,2
S.T. à 1 ^{re} ha.	dm ²	1791	2010	2053	2289	2000	2039	1912	1612	1971	2099	2199	2730
Volume moyen	dm ³	35,4	40,7	38,9	47,7	38,0	45,8	39,4	28,1	49,2	39,0	46,0	63,3
C.V.	%	82,6	68,9	77,2	66,0	75,6	83,5	91,2	70,3	62,1	58,9	59,4	68,0
Volume à 1 ^{re} ha.	m ³	66,961	79,193	73,539	90,037	73,917	81,474	67,927	54,604	71,014	75,914	86,878	119,534

ESSAI MANGORO n° 37

FERTILISATION DE JEUNES PLANTATIONS

(4,5 ans) BIENVENANTES

Mensurations de Septembre 1980- Age

9 ans

BLOC II		Boulettes						T u b e s					
Traitement		O	P	K	PK	NPK	2NPK	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Taux de survie	%	97,2	91,7	100,0	86,1	100,0	97,2	88,9	100	94,4	97,2	88,9	91,7
Haut. moyenne	cm	923	825	931	862	919	955	730	742	802	1004	834	882
C.V.	%	24,2	23,0	17,3	17,8	23,4	17,6	24,7	15,5	20,6	13,0	24,3	19,7
S.T. moyenne	cm ²	120,8	108,8	133,6	127,7	137,8	147,0	94,1	90,9	107,7	141,4	115,1	127,6
C.V.	%	65,5	56,2	66,1	64,3	55,2	55,9	62,8	46,7	64,1	43,2	59,6	61,6
S.T. à 1'ha.	dm ²	2349	1995	2672	2199	2756	2857	1673	1818	2035	2749	2046	2340
Volume moyen	dm ³	56,4	43,8	60,3	52,8	61,6	66,1	34,1	31,2	42,0	65,8	48,1	54,5
C.V.	%	76,3	66,8	75,2	72,8	62,3	63,3	70,5	52,3	73,9	51,1	75,0	69,6
Volume à 1'ha	m ³	109,624	80,362	120,505	90,961	123,249	128,476	60,704	62,334	79,343	127,862	85,504	99,865

ESSAI MANGORO n° 37

FERTILISATION DE JEUNES PLANTATIONS
(4,5 ans) BIENVENANTES

Mensurations de Septembre 1980- Age
9 ans

BLOC III		Boulettes						T u b e s					
Traitement		O	P	K	PK	NPK	2NPK	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Taux de survie	%	88,9	88,9	97,2	97,2	88,8	94,4	97,2	94,4	86,1	94,4	97,2	88,9
Haut. moyenne	cm	666	587	835	855	663	918	788	820	581	823	965	759
C.V.	%	23,1	28,6	21,2	22,5	25,2	20,4	24,4	18,5	27,7	21,9	10,6	15,7
S.T. moyenne	cm ²	94,4	69,5	127,3	117,2	92,3	137,0	111,8	111,6	98,2	123,9	151,4	119,9
C.V.	%	75,2	63,4	52,0	52,9	62,4	53,0	60,7	57,6	61,2	48,6	28,6	61,4
S.T. à 1'ha.	dm ²	1677	1236	2476	2278	1640	2588	2175	2107	1691	2340	2944	2131
Volume moyen	dm ³	31,5	20,5	51,1	48,5	30,5	60,9	43,7	44,1	28,9	49,0	65,7	43,7
C.V.	%	96,5	75,2	59,6	63,3	74,5	61,3	73,8	65,8	73,2	62,0	34,1	72,8
Volume à 1'ha	m ³	55,975	36,498	99,318	94,221	54,206	114,988	85,013	83,254	49,771	92,518	127,680	77,621

ANNEXE 2

ESSAI MANGORO n°XXXVIII

<u>TABLEAU I</u>	Hauteurs moyennes à 4,5 ans juste avant fertilisation.
<u>TABLEAU II</u>	Hauteurs moyennes en Juin 1976 6 mois après fertilisation.
<u>TABLEAU III</u>	Hauteurs moyennes en Juin 1977 18 mois après fertilisation.
<u>TABLEAU IV</u>	Hauteurs moyennes en Juin 1978 2 ans et demi après fertilisation.
<u>TABLEAU V</u>	Hauteurs moyennes en Novembre 1979 3 ans et demi après fertilisation.
<u>TABLEAU VI</u>	Taux de survie, hauteurs, surfaces terrières et volumes 4 ans et demi après fertilisation.

TABLEAU I**ESSAI MANGORO n° XXXVIII****FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS****Hauteurs moyennes à 4,5 ans (Décembre 1975) juste avant
fertilisation.**

Traitements	Boulettes			Tubes			T	m	σ^2
	I	II	III	IV	V	VI			
O	355	260	239	322	257	216	1649	275	2322
P	340	177	342	329	290	177	1655	276	5176
K	165	316	369	269	310	216	1645	274	4559
PK	276	329	221	277	227	285	1615	269	1339
NPK	291	285	267	268	311	229	1651	275	647
2NPK	397	294	146	313	255	235	1640	273	5886
Total	1824	1661	1584	1778	1650	1358	9855		
Moyenne	304	277	264	296	275	226		274	

TABLEAU II.

ESSAI MANGORO n° XXXVIII

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS

Hauteurs moyennes en Juin 76 - 6 mois après fertilisation

Traitements	Boulettes			Tubes			T	m	G ²
	I	II	III	IV	V	VI			
O	407	305	289	369	299	240	1909	318	2996
P	390	213	393	385	334	202	1917	320	6670
K	209	359	421	324	367	251	1931	322	5168
PK	340	388	276	330	282	331	1947	325	1417
NPK	362	348	317	323	363	266	1979	330	1125
2NPK	470	361	199	372	312	275	1988	332	7157
Total	2178	1974	1895	2103	1957	1565	11672		
Moyenne	363	329	316	351	326	261		324	

TABLEAU III

ESSAI MANGORO n° XXXVIII

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS

Hauteurs moyennes en Juin 77 18 mois après fertilisation

Traitements	Boulettes			Tubes			T	m	G ²
	I	II	III	IV	V	VI			
O	538	401	413	491	416	318	2577	430	4876
P	527	323	511	489	442	286	2578	430	8630
K	366	489	552	465	527	349	2748	458	5825
PK	497	535	438	474	431	472	2847	475	1233
NPK	530	516	462	487	528	392	2915	486	2335
2NPP	647	527	374	538	490	418	2994	499	7746
Total	3105	2791	2750	2944	2834	2235	16 659		
Moyenne	518	465	458	491	472	373		463	

TABLEAU IV.

ESSAI MANGORO n° XXXVIII

FERTILISATION DE PINUS KESIYA MIENVENANTS

Hauteurs moyennes en Juin 1978- 2 ans et demi après

fertilisation.

Traitements	Boulettes			Tubes			T	m	J ²
	I	II	III	IV	V	VI			
O	662	506	544	609	528	372	3221	537	8187
P	648	441	632	614	551	360	3246	541	11320
K	508	588	634	600	666	395	3391	565	8144
PK	640	674	583	602	570	580	3649	608	1378
NPK	691	659	589	650	661	485	3735	623	4715
2NPK	810	694	543	695	651	548	3941	657	8522
Total	3959	3562	3525	3770	3627	2740	21183		
Moyenne	660	594	588	628	605	457		588	

TABLEAU V.

ESSAI MANGORO n° XXXVIII

FERTILISATION DE PINUS KESIYA BIENVENANTS

Hauteurs moyennes en Novembre 1974 : $\pm 3,5$ ans après fertilisation

Traitements	Boulettes			Tubes			T	m	G ²
	I	II	III	IV	V	VI			
O	822	616	703	754	668	464	4027	671	12766
P	834	595	778	757	704	462	4130	688	15693
K	698	731	759	758	845	487	4278	713	12198
PK	842	854	770	763	765	714	4708	785	2360
NPK	900	845	719	838	843	607	4752	792	9791
2NPK	1042	908	760	886	888	679	5163	861	13275
Total	5138	4549	4489	4756	4713	3413	27058		
Moyenne	856	758	748	793	786	569		752	

TABLEAU VI.

ESSAI MANGORO n° XXXVIII

FERTILISATION DE JEUNES PLANTATIONS BIENVENANTES
(4,5 ans)MENSURATIONS D'OCTOBRE 1980 (Age 9 ans) 4,5 ans après
fertilisation.

B l o c I		Boulettes						Tubes					
		O	P	K	PK	NPK	2NPK	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Taux de survie	%	95,8	95,8	95,8	91,7	87,5	95,8	95,8	91,7	83,3	91,7	100,0	95,8
Hauteur moyenne	cm	886	991	826	950	967	1166	856	820	879	850	998	1067
C.V.	%	25,4	12,9	19,4	28,5	22,4	15,0	24,4	22,9	19,8	16,3	22,3	7,3
Surface ter.moy	cm ²	108	131	97	136	132	169	130	104	136	115	145	167
C.V.	%	54,9	44,3	76,3	69,1	74,3	46,0	50,0	68,3	63,3	57,0	50,6	45,7
ST./ ha.	dm ²	1922	2316	1716	2310	2138	3006	2312	1769	2101	1952	2692	2969
Volume moyen	dm ³	47,4	59,7	39,2	66,7	63,3	92,1	54,2	42,5	57,8	46,4	69,5	81,6
C.V.	%	62,6	51,5	90,9	79,3	80,5	51,3	59,4	80,8	75,3	68,7	59,0	52,6
V/ha	m ³	84,076	105,873	69,525	113,242	102,568	163,460	96,182	72,137	89,251	78,845	128,712	144,847

ESSAI MANGORO n° XXXVIII

FERTILISATION DE JEUNES PLANTATIONS BIENVENANTES

(4,5 ans)

MENSURATIONS D'OCTOBRE 1980 (Age 9 ans)

BLOC II		Boulettes						Tubes					
		O	P	K	PK	NPK	2NPK	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Taux de survie	%	91,7	91,7	100,0	95,8	100,0	91,7	100,0	100,0	100,0	91,7	95,8	95,8
Haut. moyenne	cm	705	675	811	922	1057	946	705	770	924	945	947	995
C.V	%	33,1	34,5	19,0	22,0	12,1	17,9	27,4	19,6	20,5	14,2	16,1	16,8
Surf.terrière M	cm ²	85	84	127	108	156	131	82	94	141	134	132	143
C.V.	%	78,8	103,6	50,5	58,9	42,5	65,9	66,7	55,8	45,5	53,5	54,0	40,4
ST/ha.	dm ²	1448	1417	2356	1916	2886	2218	1517	1736	2610	2271	2341	2532
Volume moyen	dm ³	32,5	32,0	49,1	48,5	75,3	59,1	29,0	35,1	61,7	59,0	59,5	66,6
C.V.	%	91,7	129,2	59,3	71,2	47,7	69,3	76,2	67,7	54,2	60,5	62,7	50,9
V/ha.	m ³	55,112	54,245	90,860	86,004	139,503	100,364	53,665	65,064	114,260	100,097	105,543	118,162

ESSAI MANGORO n° XXXVIII
FERTILISATION DE JEUNES PLANTATIONS BILIVIVANTES
(4,5 ans)
MENSURATIONS D'OCTOBRE 1980 (Age 9 ans)

BLOC III		Boulettes						Tubes					
		O	P	K	PK	NPK	2NPK	O	P	K	PK	NPK	2NPK
Taux de survie	%	100,0	95,8	87,5	100,0	95,8	91,7	91,7	95,8	66,7	91,7	100,0	100,0
Haut. moyenne	cm	796	807	826	901	755	928	489	487	542	855	710	826
C.V.	%	22,0	36,4	19,0	27,1	19,1	18,8	35,5	28,3	20,8	10,0	19,6	19,2
Surf.Ter. moy.	cm ²	89	108	114	133	87	130	55	50	81	128	91	127
C.V.	%	67,2	67,1	51,0	65,3	67,4	59,7	81,7	78,7	71,2	43,2	49,7	50,2
ST/Ha.	dm ²	1642	1919	1844	2466	1537	2213	933	890	1005	2180	1683	2349
Volume moyen	dm ³	35,0	46,4	43,5	60,5	31,7	58,3	14,9	12,7	21,5	49,9	30,2	50,0
C.V.	%	74,6	76,3	58,9	73,6	75,2	77,5	108,1	93,1	89,4	48,8	58,9	61,1
V/Ha.	m ³	64,883	82,368	70,436	111,958	56,283	99,028	25,307	22,594	26,546	84,750	55,989	92,539